



Общие сведения о техническом обслуживании ТСО

Лекция 26/1

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ

- **Виды, периодичность и содержание регламентов технического обслуживания ТСО.**
- **Эффективность регламентных работ.**

Учебный вопрос №1

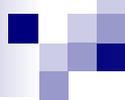
- **Виды, периодичность и содержание регламентов технического обслуживания ТСО.**

- **Техническое обслуживание ТСО** есть комплекс организационных и технических мероприятий, которые выполняются в целях поддержания исправности технических средств на всех этапах эксплуатации (использование по назначению, ожидания, хранении и транспортировании).

ТО ТСО включает:

- регламентные работы (плановое ТО);
- внеплановое ТО;
- ТО при хранении:
- контроль за измерительными приборами.

Основу ТО ТСО составляют регламентные работы.

- 
- 
- ТО может быть плановым и внеплановым.
 - При проведении планового ТО порядок и методика выполнения конкретных мероприятий строго регламентированы соответствующей технической документацией, поэтому **плановое ТО называют регламентными работами.**

- На ТСО, используемых в сухопутных войсках и обучении личного состава, а также находящихся на хранении проводится техническое обслуживание по планово-предупредительной системе, которая предусматривает следующую периодичность регламентных работ:
 - регламент № 1 - ежедневное ТО;
 - регламент № 2 - недельное ТО;
 - регламент № 3 - месячное ТО;
 - регламент № 4 - квартальное ТО;
 - регламент № 5 - полугодовое ТО;
 - регламент № 6 - годовое ТО.

Периодичность ТО

Различают несколько методов назначения сроков проведения мероприятий по техническому обслуживанию:

- календарный, когда техническое обслуживание производится через определенные календарные промежутки времени;
- по наработке, когда техническое обслуживание производится после достижения определенной суммарной продолжительности работы объекта;
- комбинированный, сочетающий в себе элементы календарного метода и метода по наработке.

Метод технического обслуживания назначается в зависимости от характера отказов объекта.

- Если в процессе эксплуатации объекта преобладают отказы, обусловленные старением элементов, то техническое обслуживание (ТО) должно производиться по календарному принципу.
- Метод по наработке состоит в проведении обслуживания по достижении определенной наработки технических систем (продолжительность работы в часах, километры пробега, часы полета, число посадок и т.д.). Этот метод широко применяется для объектов, подверженных износу и работающих в тяжелых условиях.

Принятая в настоящее время в войсках система технического обслуживания соответствует в основном календарному принципу, ее главным содержанием является проведение регламентов № 1-3 (№ 1-6) с установленной периодичностью.

Однако, в этой системе имеют место элементы организации ТО и по принципу наработки.

Это относится прежде всего к регламентам № 1 и 2, которые проводятся только на непрерывно (или с небольшими перерывами) работающих ТСО.

Принцип наработки используется и при назначении объема работ при ТО источников питания электроэнергией и других электромеханических устройств, входящих в состав КТСО. Для этих устройств преобладающими являются отказы, вызываемые износом в процессе работы, поэтому в содержании регламентных работ (РР) указываются операции, которые должны быть проведены через определенное количество часов работы (количество циклов заряд-разряд для аккумуляторов).

- В существующей системе ТО наряду с жестко регламентированными по периодичности выполнения работами предусматривается **внеплановое ТО**, которое может проводиться по указанию командира части (соединения) при эксплуатации ТСО в неблагоприятных климатических условиях, перед проведением и после завершения учений.

Регламент № 1 предусматривает выполнение следующих основных работ:

- внешний осмотр и чистку аппаратуры без вскрытия блоков;
- удаление посторонних предметов с линейных конструкций;
- устранение обрывов и провисания проводов линейной части средств обнаружения;
- проверку работоспособности аппаратуры и источников питания в предусмотренных режимах по встроенным приборам и дистанционную проверку работоспособности средств обнаружения, установленных на периметре;
- осмотр состояния отдельных узлов, блоков, разъемов;
- проверку исправности блокировок, надежности заземлений, наличия и исправности противопожарных и защитных средств;
- уборку рабочих мест и помещений.

- Устранение обнаруженных недостатков и неисправностей производится немедленно.
- Работы в объеме регламента № 1 проводятся дежурным персоналом по обслуживанию ТСО (техник ТСО, механик ТСО, оператор ТСО) и младшими специалистами ТСО на закрепленных за ними технических средствах и участках запретных зон под руководством техника (старшего техника) ТСО.

Регламент № 2 предусматривает выполнение следующих основных работ:

- в объеме регламента № 1;
- проверку и чистку блоков аппаратуры, монтажа, а при необходимости смазку вращающихся элементов;
- замену отдельных изношенных деталей;
- проверку линейной части средств сигнализации и связи;
- проверку ТСО на срабатывание;
- проверку и доведение до норм плотности и уровня электролита аккумуляторных батарей;
- проверку состояния ремонтных средств и вспомогательного оборудования.

Работы в объеме регламента № 2 проводятся военнослужащими, за которыми закреплена соответствующая аппаратура.

Регламент № 3 предусматривает выполнение следующих основных работ:

- работы в объеме регламента № 2;
- детальный осмотр всех элементов комплекса ТСО;
- проверку работоспособности аппаратуры с проведением необходимых настроек и регулировок;
- проверку зоны чувствительности средств обнаружения;
- смазку трущихся элементов;
- ремонт инженерных средств охраны на закрепленных участках запретных зон;
- пополнение комплектов ЗИП и заполнение эксплуатационной документации.

Работы в объеме регламента № 3 проводятся военнослужащими, за которыми закреплены ТСО, участки и элементы инженерного оборудования запретных зон, кроме того, привлекается личный состав мастерских ТСО и линейных подразделений.

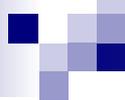
Регламент № 4 предусматривает выполнение следующих основных работ:

- работы в объеме регламента № 3;
- инструментальную проверку основных технических параметров аппаратуры ТСО и доведение их до норм ТУ;
- проверку состояния блоков, соединительных цепей, регулирующих и управляющих элементов;
- проверку, а при необходимости замену отдельных радиоэлементов в аппаратуре ТСО и ЗИП.

Работы в объеме регламента № 4 проводятся военнослужащими, за которыми закреплена аппаратура ТСО, участки и элементы инженерного оборудования запретных зон, кроме того, привлекается личный состав мастерских ТСО.

Регламент № 5 предусматривает выполнение следующих работ:

- работы в объеме регламента № 4;
- инструментальную проверку всех технических параметров аппаратуры ТСО, предусмотренных действующими регламентами, и доведение этих параметров до норм ТУ;
- проверку технического состояния всех элементов комплекса ТСО, противопожарной сигнализации и защитных средств. Замену неисправных средств и пополнение недостающего имущества;
- техническое обслуживание ТСО, находящихся на хранении;
- измерение сопротивления заземления;
- замену смазки;
- замену плат, устройств и блоков аппаратуры на запасной комплект;
- проверку четкости надписей и их восстановление;
- осмотр и ремонт инженерных средств.

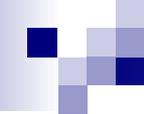


Работы в объеме регламента № 5 проводятся личным составом, непосредственно занимающимся эксплуатацией ТСО, инженерно-техническим персоналом частей (подразделений), личным составом мастерских ТСО и линейных подразделений на закрепленных участках запретных зон.

Проведение этих работ должно, как правило, совмещаться с переводом ТСО на весенне-летнюю (осенне-зимнюю) эксплуатацию.

- **Регламент № 6** предусматривает выполнение следующих основных работ:
- работы в объеме регламента № 5;
- проверку технического состояния и обслуживание резервных ТСО;
- проверку эксплуатационно-технической документации, заполнение всех разделов формуляров и другой учетной документации;
- проверку наличия и исправности ЗИП и его доукомплектование.

Работы в объеме регламента № 6 проводятся личным составом, непосредственно занимающимся эксплуатацией ТСО, инженерно-техническим персоналом воинских частей (подразделений), личным составом мастерских ТСО и линейных подразделений на закрепленных участках запретных зон.



Учебный вопрос №2

- **ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГЛАМЕНТНЫХ РАБОТ**

Оценка эффективности ТО через критерий $W_{то}$, зависящий от наработки на отказ

- Улучшение работоспособности аппаратуры за счет проведения регламентных работ можно оценить **эффективностью технического обслуживания $W_{то}$** , которая показывает во сколько раз увеличивается наработка аппаратуры на отказ при проведении на ней технического обслуживания по сравнению с наработкой, если бы это обслуживание не проводилось:

$$W_{то} = T_{отк.ТО} / T_{отк.без ТО}$$

где **$T_{отк.ТО}$** – время наработки на отказ обслуживаемой аппаратуры

$T_{отк.без ТО}$ - время наработки на отказ **НЕ** обслуживаемой аппаратуры.

- Пусть аппаратура ТСО за достаточно большой период эксплуатации $T_{э}$ находилась в рабочем состоянии в течение времени $T_{раб}$.
- Тогда наработка на отказ аппаратуры ТСО, на которой НЕ проводится техническое обслуживание $T_{отк.безТО}$ с учетом того, что общее число возникающих отказов состоит из внезапных $n_{отк.внез.}$ и постепенных $n_{отк.постеп.}$, определяется из выражения:

$$T_{отк.безТО} = T_{раб} / (n_{отк.постеп} + n_{отк.внез.})$$

где

- $n_{отк.внез.}$ - количество внезапных отказов:
- $n_{отк.постеп}$ - количество постепенных отказов.
- $T_{раб}$ - время в течении которого аппаратура находилась в рабочем состоянии в течение всего периода эксплуатации.

- При идеальном техническом обслуживании полагаем, что все неисправности постепенного характера выявляются и устраняются и происходят только внезапные отказы. Тогда наработка на отказ аппаратуры, на которой идеально проводится техническое обслуживание, определяется соотношением:

$$T_{\text{отк.ТО}} = T_{\text{раб}} / n_{\text{отк.внез}}$$

- при этом эффективность идеального технического обслуживания оценивается следующим образом:

$$W_{\text{ТО max}} = T_{\text{отк.ТО}} / T_{\text{отк.безТО}}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{ТО max}} &= (T_{\text{раб}} / n_{\text{отк.внез}}) : (T_{\text{раб}} / (n_{\text{отк.постеп}} + n_{\text{отк.внез}})) = \\ &= (T_{\text{раб}} / (n_{\text{отк.постеп}} + n_{\text{отк.внез}})) / (T_{\text{раб}} / n_{\text{отк.внез}}) = \\ &= n_{\text{отк.внез}} / (n_{\text{отк.постеп}} + n_{\text{отк.внез}}) = n_{\text{отк.внез}} / n_{\text{отк.общ}} \end{aligned}$$

- Однако, в реальных условиях эксплуатации не все неисправности постепенного характера устраняются: одни неисправности не выявляются за счет несвоевременного назначения ТО и приводят к отказам, другие не выявляются за счет низкого качества проведения ТО. Поэтому эффективность реального ТО в общем случае определяется формулой.

$$W_{\text{ТО max}} = 1 / [1 - K(T_{\text{э}})(1 - P_{\text{отк.постеп.}}(T_{\text{раб}}))P_{\text{отк.выяв}}(T_{\text{раб}})]$$

где $P_{\text{отк.постеп.}}(T_{\text{раб}})$ - вероятность появления постепенных отказов в течение времени работы аппаратуры;

- $P_{\text{неисп.выяв.}}(T_{\text{раб}})$ - вероятность выявления неисправностей

- $P_{\text{отк.внез.}}(T_{\text{раб}}) = n_{\text{внез.}} / n_{\text{общ.}}$

- Если считать, что законы распределения времени безотказной работы по постепенным отказам и времени проведения ТО неизвестны, то, воспользовавшись вышеприведенным выражением, нетрудно провести количественную оценку влияния периодичности и длительности проведения ТО на эффективность ТО.
- На рис. 2 приведены зависимости $W_{\text{ТО}} = f(T_{\text{раб}})$ для случая нормального распределения времени безотказной работы по постепенным отказам и времени проведения ТО.

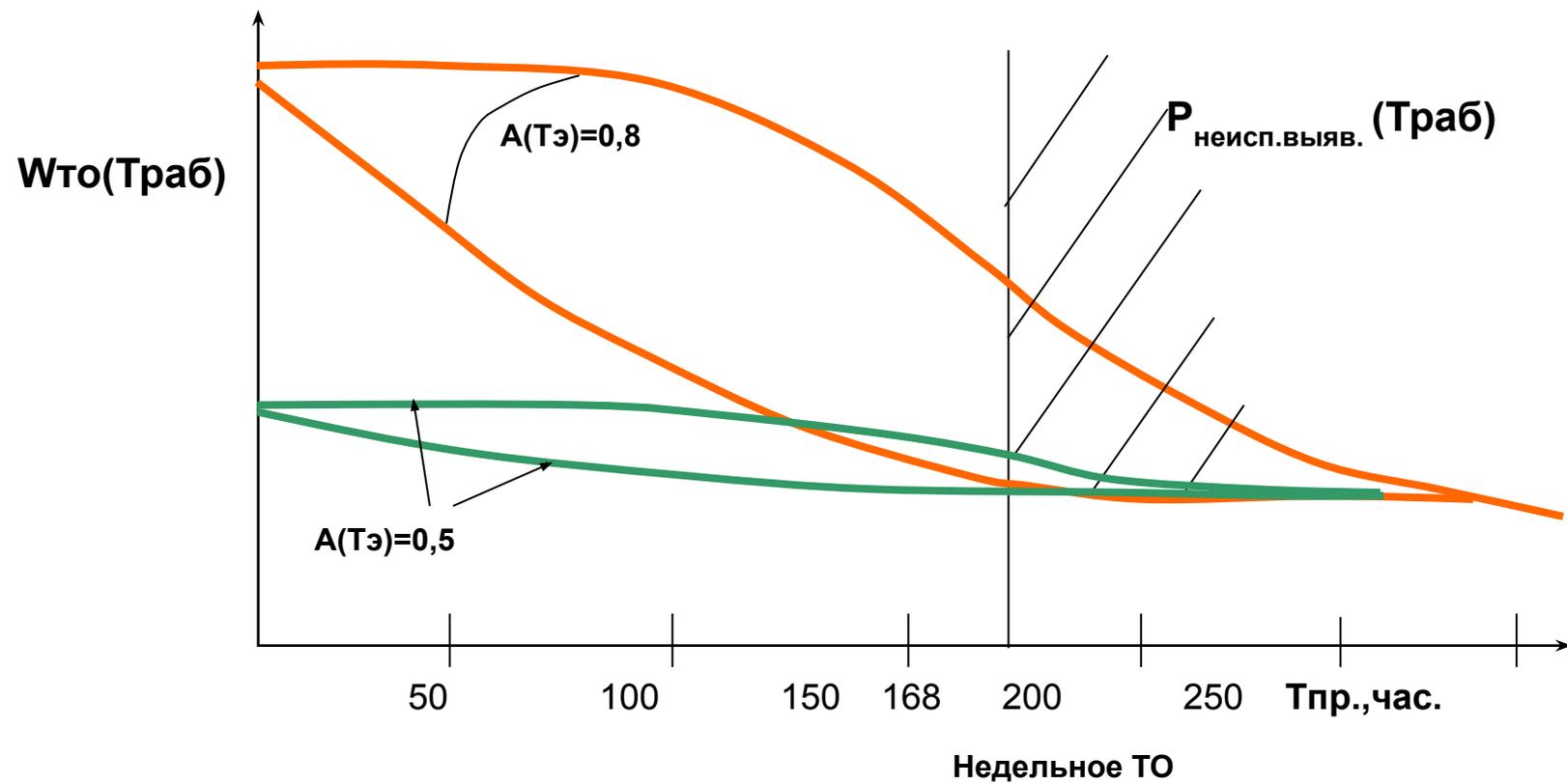


Рис. 2. Зависимости эффективности РР от вероятностей отказов

Оценка эффективности ТО через коэффициент эффективности ТО $K_{\text{эфф.ТО}}$

- Для оценки эффективности ТО можно воспользоваться, кроме того, такой характеристикой, как коэффициент эффективности ТО $K_{\text{эфф.ТО}}$.
- Установим зависимость между указанным коэффициентом $K_{\text{эфф.ТО}}$ и эффективностью ТО - $W_{\text{ТО}}$.

- Эффективность ТО оценивается выигрышем в наработке на отказ профилактируемой аппаратуры по отношению к непрофилактируемой.
- Прирост наработки на отказ, в свою очередь, обусловлен предотвращением отказов. В этом случае коэффициент эффективности ТО может быть оценен отношением числа (выявленных неисправностей $\Pi_{пв}$), но в сумму числу неисправностей n возникающих в аппаратуре:

- $$K_{эфф.ТО} = \frac{n_{неисп. выявл.}}{n_{неисп. общ.}} \quad (2.6)$$

После подстановки (2.6) в (2.4) с учетом $n_{неисп. общ.} = n_{неисп. выявл.} + n_{неисп. невыявл.}$ получим искомую зависимость:

- $$W_{то} = 1 / (1 - K_{эфф.ТО}) \quad (2.7).$$

Зависимость $W_{ТО}$ от $K_{эфф.ТО}$

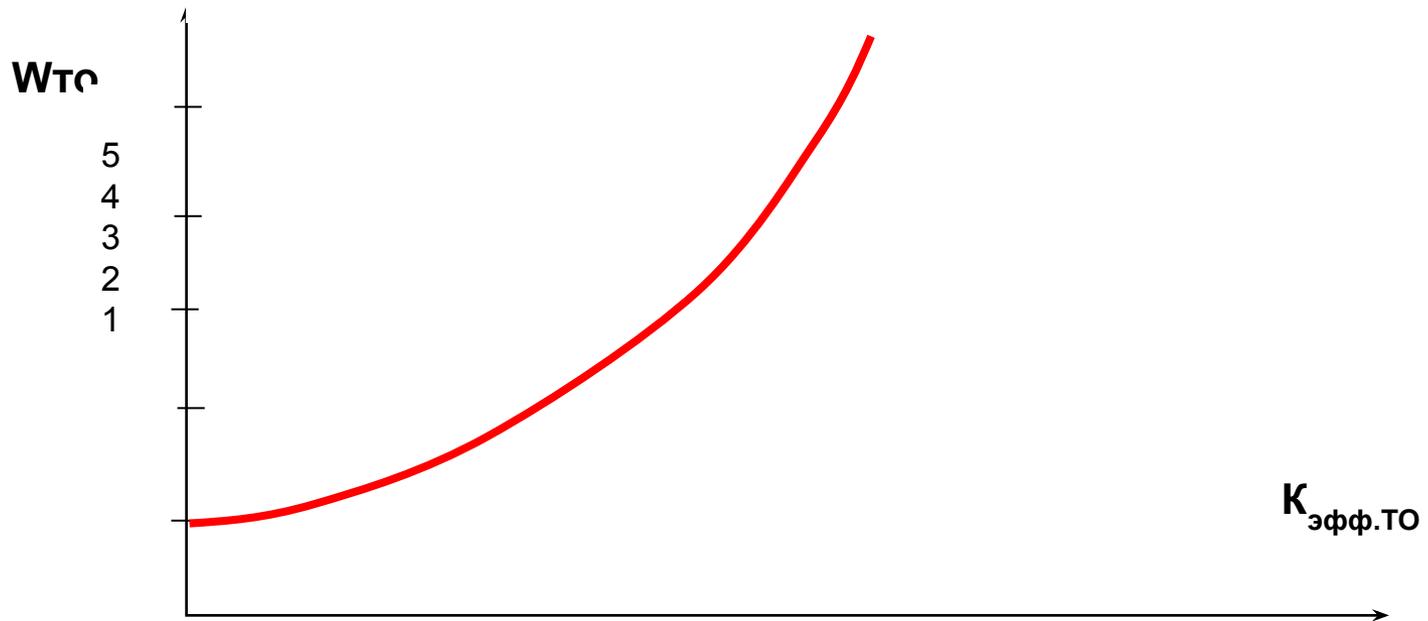
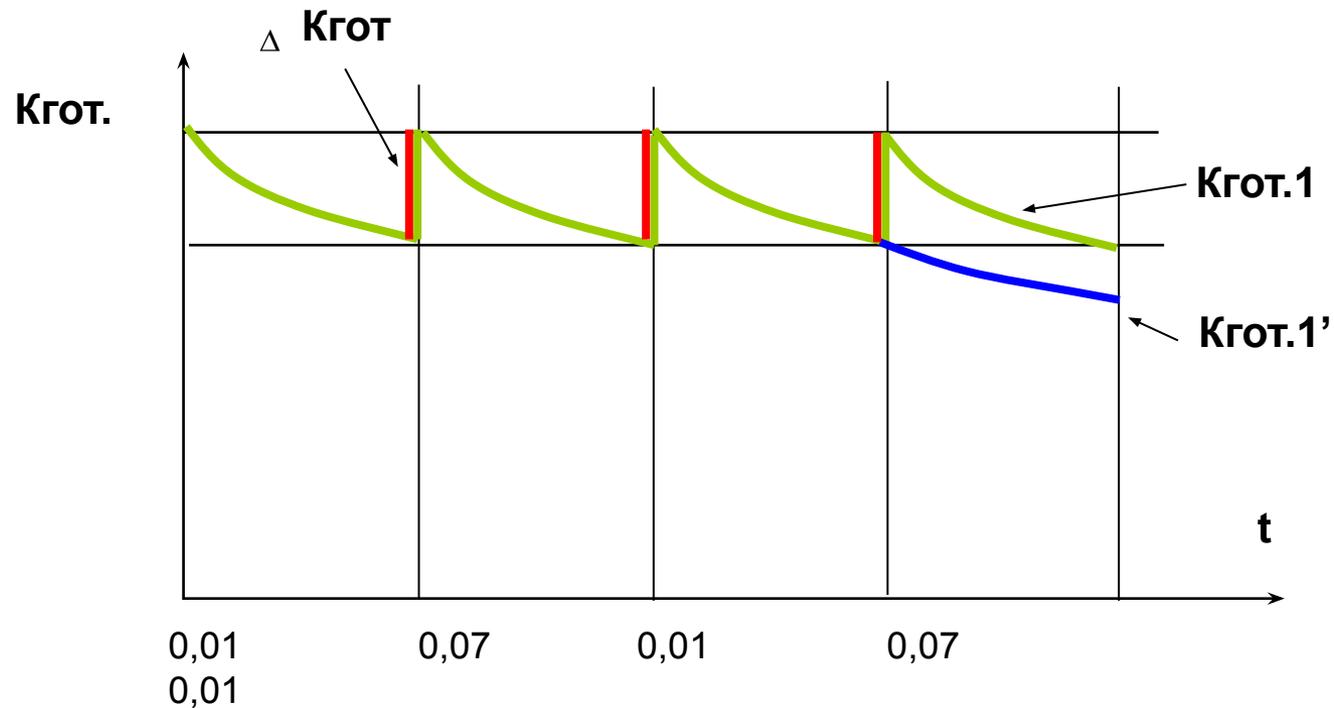


График показывает, что с увеличением доли профилактируемых отказов с 20% до 80%, наработка на отказ повышается в 1,25 ...5 раз.

Оценка эффективности ТО через коэффициент готовности аппаратуры $K_{\text{гот.}}$

- Оценку эффективности ТО можно приводить и через оценку коэффициента готовности ТСО, который можно выразить через наработку на отказ и среднее время восстановления или через суммарное время – $T_{\text{рем.}}$ в течение которого образец ТСО не может использоваться по прямому назначению (в ремонте, не регламенте) и суммарное время эксплуатации $T_{\text{эсп.}}$ (включая $T_{\text{рем.}}$):
$$K_{\text{гот.}} = 1 - T_{\text{рем.}} / T_{\text{эсп.}} \quad (2.8).$$

Если не проводить своевременно плановых ТО, то величина $K_{\text{гот.}}$ со временем снижается. Коэффициент готовности восстанавливается на величину $K_{\text{гот.}}$ в результате проведения профилактических мероприятий, требующих расхода материальных и денежных средств.



Зависимость коэффициента готовности $K_{\text{гот}}$ от времени t .

$K_{\text{ГО}}$ - начальная готовность техники;

$K_{\text{ГОТ}}$ - величина восстановления готовности техники;

$K_{\text{ГОТ1}}$ - коэффициент готовности техники при своевременном проведении всех ТО;

$K_{\text{ГОТ1}'}$ - без проведения ТО в конце года.

- коэффициент эффективности ТО в следующем виде:

$$\text{Кэфф.то} = A (T_{\text{экспл.}}) \cdot P_{\text{пред. отк.}},$$

Где

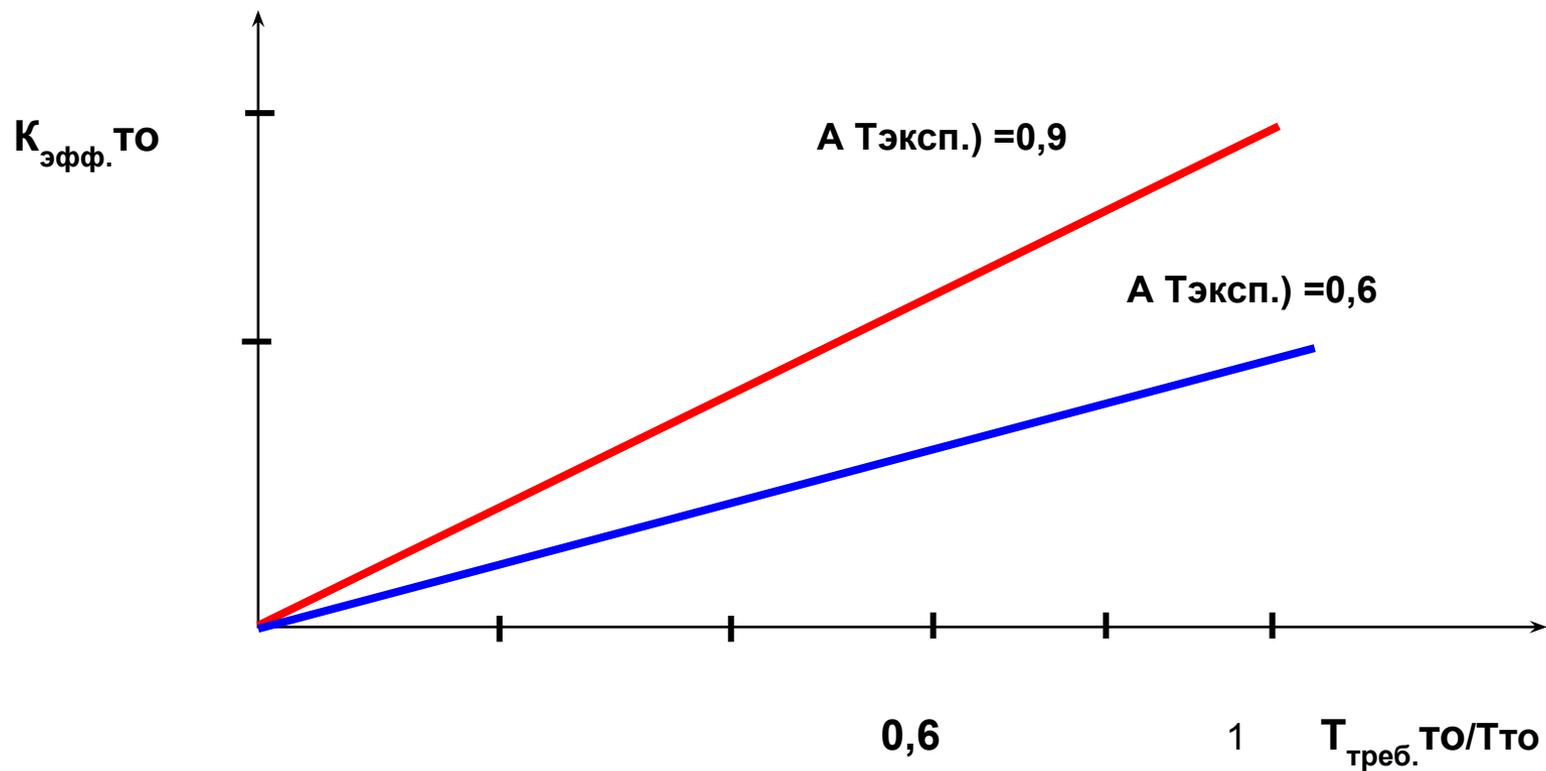
- $P_{\text{пред.отк.}} = n_{\text{неисп.выяв.}} / n_{\text{пред}}$ вероятность предотвращения отказов
- $A (T_{\text{эксп.}})$ – функция плотности распределения времени между отказами.

для случая, когда процесс выявления неисправностей упорядоченный

$$\text{Кэфф.то} = A(T_{\text{эксп.}}) \cdot (1 - \delta) \cdot L \cdot T_{\text{п}}$$

где δ – относительная погрешность выявления неисправностей;

- $L = 1 / T_{\text{треб. то}}$ - норма времени проведения ТО;
- $T_{\text{то}}$ - отведенное время на ТО.



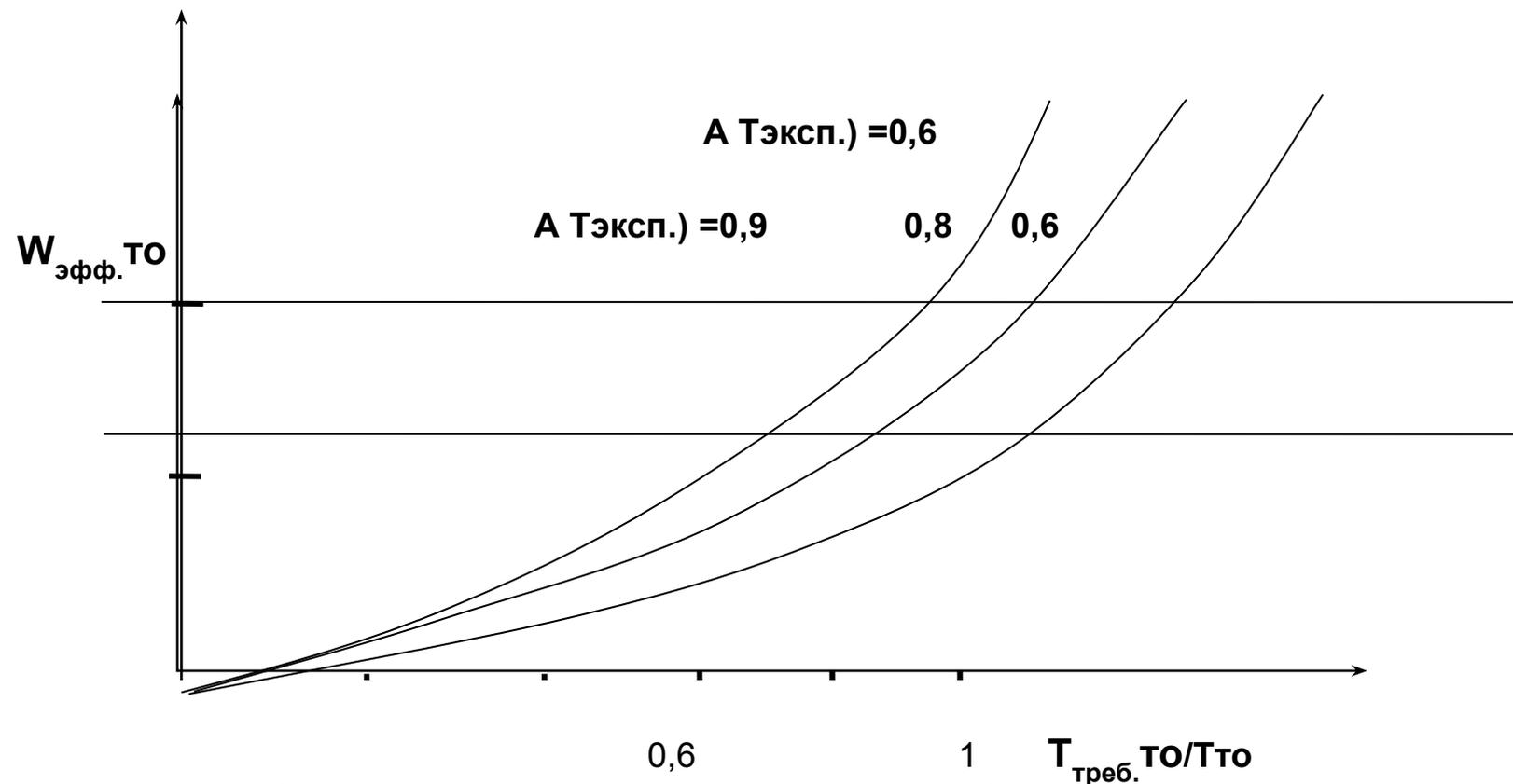
Зависимость коэффициента эффективности ТО от $A(T_{эксп.})$ и объема выполненных работ.

- выражение для оценки эффективности ТО в случае упорядоченного процесса выявления неисправностей.

$$W_{\text{эфф.то}} = 1 / (1 - A(T_{\text{эксп}}) \cdot (1 - (T_{\text{п}} / T_{\text{по}})))$$

Эффективность ТО в этом случае зависит от:

- характера неисправностей;
- погрешности аппаратуры прогнозирования;
- от соотношения времени, требуемого на ТО $T_{\text{треб.то}}$ и времени отведенного на проведение ТО $T_{\text{то}}$.



Зависимость эффективности ТО. времени проведения ТО.

Располагая полученными характеристиками, можно оценить влияние мероприятий ТО на надежность аппаратуры ТСО в зависимости от эксплуатационных затрат, отводимых на их проведение, использовать их для изыскания путей и методов сокращения времени обслуживания, а также повышения его эффективности.

